Rahm, U. (1970): Ecology, zoogeography and systematics of some african forest monkeys. In Napier and Napier (Ed.): Old World Monkeys. pp. 585—626. London: Academic Press.
Rasch, D.; Enderlein, G.; Herrendörfer, G. (1973): Biometrie. Berlin: VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag.
Siegel, S. (1956): Nonparametric Statistics. New York, Toronto, London: McGraw-Hill Book Company, Inc.
Struhsaker, T. T. (1969): Correlates of Ecology and social organization among African Cercopithecines. Folia primat. 11, 80—118.
Thomas, R. (1941): Carte Forestière du Domaine et de certaines regiones limitrophes à l'échelle de 1:1 000 000; Commentaire. Bruxelles: Comité National du Kivu.

Anschrift des Verfassers: Dr. Hans-Jörg Schlichte, Zoologisches Institut der Universität Göttingen, D — 34 Göttingen, Berliner Straße 28

Zur Sonderstellung der Zwergmaus (*Micromys minutus* Pallas, 1771) und der Bisamratte (*Ondatra zibethicus* Linné, 1766) im Zoologischen System unter Berücksichtigung der Morphologie der Spermien

Von E. von Lehmann und H.-E. Schaefer

Aus dem Zoologischen Forschungsinstitut und Museum A. Koenig, Bonn, und Pathologischen Institut der Universität Köln

Eingang des Ms. 8. 11. 1974

Einleitung

Schon 1945 schrieb G. G. Simpson in seinen Principles of Classification an Classification of Mammals im Hinblick auf die große Familie der Muridae "... A few other groups, although clearly arising from the Murinae seem to be phylogenetic units, and they have perhaps diverged sufficiently from the stem forms to be called subfamilies ..." Durch die differenziertere Untersuchung einzelner Strukturen der Säugetiere ergaben sich in den letzten Jahren neue Einblicke in die Verwandtschaftsbeziehungen einiger Säugetiergruppen. So konnten die Verfasser dieser Arbeit kürzlich über die Morphologie und den taxonomischen Wert von Kleinsäugerspermien mit Anwendung neuer Methoden berichten (v. Lehmann und Schaefer 1974). Es wurde dort gezeigt, daß alle bisher untersuchten Vertreter aus der Familie der Echtmäuse (Muridae) und der Wühlmäuse (Arvicolidae) prinzipiell übereinstimmende gattungstypische Formen des Spermienkopfes (= spitze, asymmetrische Köpfe, „Beilform") haben (über abgewandelte Spitzen bei *Microtus sachalinensis* und *Microtus socialis* siehe Aksenova 1973). Zwei Gattungen bzw. Arten fallen durch den abweichenden Bauplan ihrer Spermien-

Z. Säugetierkunde 40 (1975) 214—221

ISSN 0044—3468/ASTM-Coden ZSAEA 7

köpfe (abgerundet, stumpf) aus dem Rahmen der Echt- und Wühlmäuse: Die palaearktische Zwergmaus *(Micromys minutus)* einerseits und die nearktische, aber in der Alten Welt jetzt weit verbreitete Bisamratte *(Ondatra zibethicus)* andererseits.

Methodik

Zur Untersuchung gelangten ausschließlich reife Spermien möglichst frisch toter Tiere, wie sie aus den Nebenhoden zu gewinnen sind. Die Fixation der luftgetrockneten Nebenhodenausstriche erfolgt in Äthanol/Formalin 9/1 (10 min, Zimmertemperatur). Anschließend wird 3mal in Aceton gespült und an der Luft getrocknet. Kernfärbung mit der FEULGEN-Reaktion (Hydrolyse 10 min bei 60° C in 1 N HCl). Gegenfärbung in 0,5%oiger wässriger Anilinblaulösung bei 60° C 60 min lang. Schließlich 1 min in fließendem Wasser spülen, 30—60 sec in 70%oigem Äthanol differenzieren, über die aufsteigende Alkoholreihe in Xylol bringen und in Eukitt eindecken.

Ergebnisse der vergleichenden Spermienmorphologie

Die angewandte Färbetechnik erlaubt eine selektive Darstellung (Rotfärbung) des DNS-haltigen Spermienkopfes durch die FEULGEN-Reaktion. Akrosom und Schwanzstrukturen kontrastieren blau durch die Gegenfärbung mit Anilinblau. Wegen der konstant gehaltenen Reaktionsbedingungen der FEULGEN-Färbung erlauben unterschiedliche Farbintensitäten der (im Original) rot gefärbten Spermienköpfe Rückschlüsse auf die bei den einzelnen Tierarten unterschiedlich dichte Packung der für den Ausfall der FEULGEN-Reaktion verantwortlichen DNS. Der Grad der räumlichen DNS-Akkumulation ist artabhängig. Von den untersuchten Arten zeigen die Spermienköpfe von *Micromys minutus* (Abb. 2), *Ondatra zibethicus* (Abb. 3a) und *Myocastor coypus* (Abb. 3b) die höchste Anfärbung und somit größte DNS-Dichte. Eine besonders geringe DNS-Kondensation bzw. schwache Anfärbung zeigen dagegen die Spermienköpfe von *Mus pahari* (Abb. 1b) und *Hapalomys longicaudatus* (Abb. 1c). Der Größenvergleich der abgebildeten Spermien (gleiche Vergrößerung in allen Abbildungen!) läßt in diesem Zusammenhang deutlich werden, daß zwischen Kopfgröße und Farbintensität offenbar ein reziprokes Verhältnis besteht, d. h. kleine Köpfe zeichnen sich durch eine hohe, große Köpfe durch eine geringe DNS-Konzentration aus. Daraus läßt sich ableiten, daß die species-spezifischen Größenunterschiede der Spermien wesentlich durch eine unterschiedlich dichte DNS-Packung und nicht durch Unterschiede in der DNS-Menge pro Kern bedingt sind.

Abgesehen von der verschiedenen Größe zeigen die Spermienköpfe der untersuchten Nager artabhängige Formunterschiede. Bei den Murinen bzw. Microtinen (Abb. 1a—c, Abb. 4a—b) findet sich fast gesetzmäßig ein asymmetrisch spitz zulaufender Kopf, wobei die Asymmetrie teilweise durch einen seitlichen Schwanzansatz bedingt ist. Das Akrosom ist meist länglich ausgezogen und nach „dorsal" abgebogen. Aus der Literatur sind eine Anzahl weiterer Murinenarten mit prinzipiell gleichartigen Spermienkopfformen bekannt (weitere Angaben bei v. LEHMANN und SCHAEFER 1974).

Um so auffallender sind die stumpfen und abgerundeten Spermienköpfe bei den Murinen bzw. Microtinen *Micromys minutus* (Abb. 2) und *Ondatra zibethicus* (Abb. 3a). Bei *Micromys* ist eine Asymmetrie durch den nicht vollkommen mittelständigen Schwanzansatz noch angedeutet, bei *Ondatra* besteht eine komplette Symmetrie, wie sie in gleicher Form bei *Myocastor coypus* (Abb. 3b) und bei *Muscardinus avellanarius* (Abb. 3c) zu beobachten ist, also bei Nagern, die nicht der Familie der Muriden oder Arvicoliden zugerechnet werden.

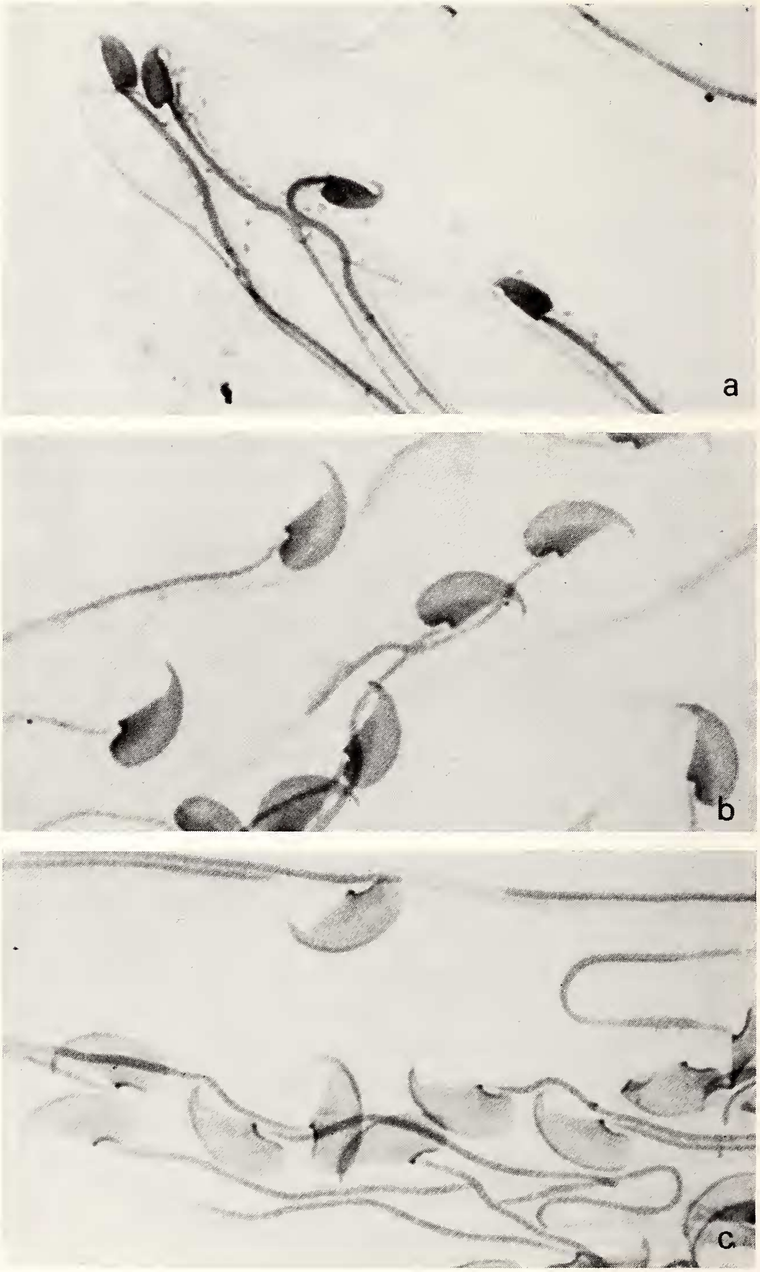


Abb. 1. Spermien verschiedener Muriden und Arvicoliden mit typisch asymmetrisch spitzer Kopfform. a = *Microtus oeconomus;* b = *Mus pahari;* c = *Hapalomys longicaudatus.* (Endvergrößerung etwa 1500fach)



Abb. 2. Die stumpf-rundliche Kopfform der Spermien von *Micromys minutus* weicht vom üblichen Kopftyp der Muridenspermien (vgl. Abb. 1) ab und zeigt Ähnlichkeit mit den Spermienköpfen der Gliriden (Abb. 3c) und Caviomorphen (Abb. 3b). (Endvergrößerung etwa 1500fach)

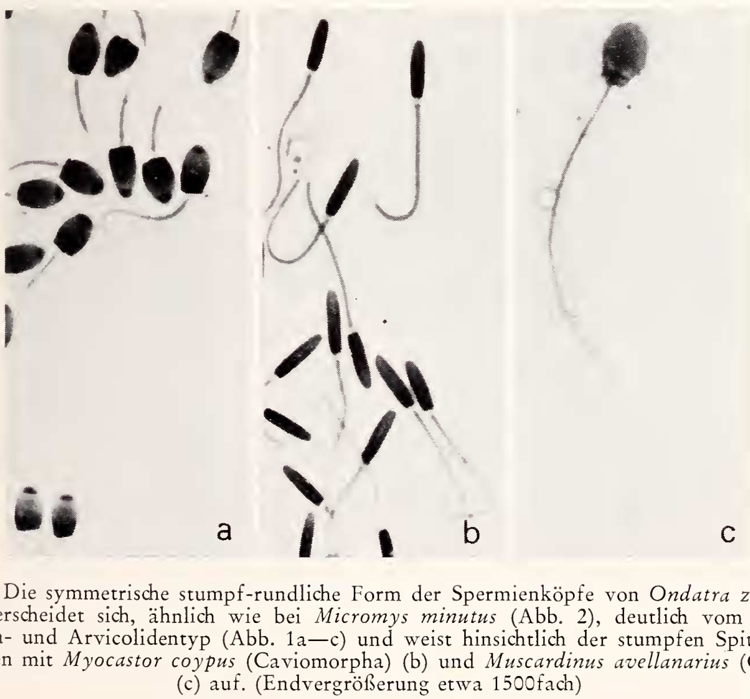


Abb. 3. Die symmetrische stumpf-rundliche Form der Spermienköpfe von *Ondatra zibethicus* (a) unterscheidet sich, ähnlich wie bei *Micromys minutus* (Abb. 2), deutlich vom üblichen Muriden- und Arvicolidentyp (Abb. 1a—c) und weist hinsichtlich der stumpfen Spitze Ähnlichkeiten mit *Myocastor coypus* (Caviomorpha) (b) und *Muscardinus avellanarius* (Gliridae) (c) auf. (Endvergrößerung etwa 1500fach)

Korrelation der Spermienmorphologie mit anderen taxonomischen Parametern

I. Die Zwergmaus

Diese entscheidende Abweichung in der Morphologie der Spermien und die Übereinstimmung mit stammesgeschichtlich älteren Gruppen steht im Einklang mit äußeren Gemeinsamkeiten, die die Zwergmaus mit den Schläfern (Gliridae), insbesondere mit der Haselmaus *(Muscardinus avellanarius)* verbindet. Es bezieht sich dies zwar vor allem auf die enge Anpassung an einen ähnlichen Lebensraum (Klettern im Gebüsch bzw. im Halmenwald, freihängende Kugelnester) und die damit verbundenen gemeinsamen oder ähnlichen Verhaltensweisen, durch die die Zwergmaus von den anderen heimischen Echtmäusen abrückt (Frank 1957: „. . . weicht daher in vielen Zügen weitgehend vom Normalverhalten der Langschwanzmäuse [Murinae] ab.") und sich den Schläfern nähert. Aber auch tiefergreifende physiologische Parallelen sind festzustellen: Die Zwergmaus hat im Alter die ocker betonte Rückenfarbe, die die anderen Murinen der kühleren Klimabereiche nicht haben, die aber für die Haselmaus charakteristisch ist, und zweitens ist der Winterschlaf bei der Zwergmaus zwar nicht entwickelt, hat aber durch ein lethargisches „Vorstadium" — wie bei den Hörnchen! — einen Ersatz. Ferner wird die Zwergmaus in eine tiefere Intelligenzstufe eingeordnet als die anderen Langschwanzmäuse (Mohr 1938), und schließlich sind auch im Körperbau deutliche Abweichungen, die die Sonderstellung der Zwergmaus ausmachen: die kleinen Ohrmuscheln („bilchähnlicher Ausdruck"), der Greifschwanz, der als Stütze beim Klettern dient, und die abweichend geformten Sohlenschwielen der



Abb. 4. Die Spermienköpfe von *Vandeleuria oleracea* (a) und *Pithecheirus parvus* (b) entsprechen dem asymmetrisch-spitzen Muridentyp (Abb. 1b und c). (Endvergrößerung etwa 1500fach)

Zwergmaus (Sokolov et al. 1963, p. 435). Hinzu kommt eine gewisse Anpassung an das Wasser: Temperaturregulation durch Schwanzkühlen (Frank 1952) und Klappen zum Verschließen des Gehörganges (Sokolov et al. 1963, p. 435).

Bei diesen Sonderanpassungen der Zwergmaus, vor allem an das Klettern (Piechocki 1958), verbunden mit den abweichenden morphologischen Zügen (Spermien), lag es nahe, sie mit den Formen zu vergleichen, die im System herkömmlicherweise in der Nähe der Zwergmaus, also weit unten in der Unterfamilie der Murinen, untergebracht sind. Es sind dies die Vertreter der Orientalis *Hapalomys* (Abb. 1c), *Vandeleuria* (Abb. 4a) und *Pithecheirus* (Abb. 4b). Durch das große Entgegenkommen von Herrn Prof. Dr. A. Gropp, Lübeck, und seiner Kollegen in Indien und Thailand gelang es, Hodenausstriche von allen drei Gattungen (drei Arten) zu bekommen, von denen wir die Färbungen und Aufnahmen hier abbilden.

Wie aus den Abbildungen zu ersehen ist, sind die Spermienköpfe bei allen drei asiatischen Arten nicht abgerundet (also altertümlich) wie bei *Micromys*, obwohl die Arten äußerlich und auch in der kletternden Lebensweise mit der Zwergmaus sehr weit übereinstimmen. Sie haben „moderne", d. h. spitze und asymmetrische Spermienköpfe in der typischen Beilform, und es besteht daher kein Anlaß, eine nähere Verwandtschaft zu *Micromys* anzunehmen.

II. Die Bisamratte

Bei der Bisamratte *(Ondatra zibethicus)* besteht zwar eine gute Übereinstimmung im Gebiß mit dem der altweltlichen Wühlmäuse, aber im übrigen sind die trennenden morphologischen Merkmale in die Augen springend und erheblich deutlicher verglichen mit dem Abstand zwischen *Micromys* und den anderen Echtmäusen.



Abb. 5. Ondatra zibethicus (Bisamratte). Die hellen Flankendrüsenfelder sind weit zum Rükken verlagert. a = komplettes, b = geschorenes Fell (Coll. F. Hering, Frankfurt/Main — von 2117 Fellen 1117 „nierenstellig")

Die Bisamratte übertrifft schon in der Größe unsere größten Wühlmäuse *(Arvicola)* erheblich, hinzu kommt die hochgradige Spezialisierung durch die Anpassung an das Wasserleben. Der lateral abgeplattete, praktisch nackte Ruderschwanz, die dichten und langen Schwimmborsten an den Hinterfüßen und die verschließbaren Gehör- und Luftwege (Hoffmann 1958) entfernen sie, im Verein mit der zeitweilig ganz animalischen Nahrung, entscheidend von den euroasiatischen Wühlmäusen. Auch die Flankendrüsenfelder (Abb. 5) liegen an den Körperseiten wesentlich höher als zum Beispiel bei *Arvicola* oder *Clethrionomys*, sicher, um das Sekret beim Schwimmen und Waten oberhalb des Wasserspiegels zu halten. Ob alle Bisamratten aktive Duftdrüsen an den Flanken entwickeln, ist fraglich; die Drüsen selbst scheinen nach unseren histologischen Befunden nur wenig vergrößerte Haarbalgdrüsen (Talgdrüsen) darzustellen. Man kann aber annehmen, daß die entsprechenden „Nierenflecken" im Fell zumindest anzeigen, wo diese Drüsen gelegentlich entstehen können (oder in der Stammesgeschichte vorhanden waren) — und dieser Bezirk liegt also durchaus nicht an der gleichen Stelle wie bei den altweltlichen Arvicoliden.

Wie weit diese aufgeführten Abweichungen der Bisamratte, vor allem in bezug auf die Morphologie des Spermienkopfes, auch bei weiteren, nahe verwandten Gattungen der Neuen Welt *(Neofiber, Phenacomys)* zutreffen, muß späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben. Auf jeden Fall heben sich *Ondatra* einerseits und *Micromys* andererseits so stark aus dem Verband ihrer Unterfamilien heraus (Microtinae bzw. Murinae), daß es angebracht erscheint, beide vorläufig zumindest in je einen *neuen Tribus* — Ondatrini bzw. Micromyini — zu stellen.

Zusammenfassung

Eine Analyse der Spermienmorphologie der Familien der Echtmäuse (Muridae, Rodentia) und der Wühlmäuse (Arvicolidae, Rodentia) läßt erkennen, daß je ein Vertreter der Palaearktis *(Micromys minutus)* und der Nearktis *(Ondatra zibethicus)* durch entscheidende morphologische Abweichungen des Spermienkopfes aus dem Rahmen der jeweiligen Familie fällt. Die Spermienform dieser beiden Arten zeigt Beziehungen zu anderen Familien, die phylogenetisch ältere Züge haben. Es werden weitere Abweichungen der beiden Arten im physiologischen und ethologischen Bereich (im Zusammenhang mit besonderen ökologischen Anpassungen) aufgezeigt. Unter Bewertung dieser taxonomischen Kriterien, vor allem des Spermienkopfes, wird vorgeschlagen, diese beiden Arten (Gattungen) als Vertreter je eines besonderen Tribus (Micromyini und Ondatrini) aufzufassen.

Summary

The taxonomic position of the harvest-mouse (Micromys minutus Pallas, 1771) and of the beaver-rat (Ondatra zibethicus Linné, 1766) in the natural order with regard to the morphology of spermatozoa

The heads of spermatozoa in the family of Muridae (Rodentia) generally are exhibiting a similar disign. Apart from species specific differences, asymmetrically pointed heads are prevailing. One palaearctic *(Micromys minutus)*, and one nearctic species *(Ondatra zibethicus)* however are deviating from this pattern. With regard to the morphology of spermatozoa these species are more related to phylogenetically elder rodent families. Those microscopic deviations are correlated to physiologic and ethologic peculiarities occurring in the two species. Thus these very species ought to be dovetailed into special tribes (Micromyini and Ondatrini).

Literatur

Aksenova, T.G. (1973): Der Bau des Spermienkopfes bei einigen Wühlmausarten der Gattung *Microtus* (Rodentia, Cricetidae). Zool. J. (Moskau) **52**, 625—629 (russ.).

Frank, F. (1952): Kleine Beobachtungen an der Zwergmaus *(Micromys minutus* Pall.) mit ökologischen Folgerungen. Bonn. zool. Beitr. **3**, 207—209.

— (1957): Zucht und Gefangenschaftsbiologie der Zwergmaus *(Micromys minutus subobscurus* Fritsche). Z. Säugetierkunde **22**, 1—44.

HOFFMANN, M. (1958): Die Bisamratte. Leipzig: Akad. Verl. Ges., Geest u. Portig.
v. LEHMANN, E.; SCHAEFER, H.-E. (1974): Über die Morphologie und den taxonomischen Wert von Kleinsäugetierspermien. Bonn. zool. Beitr. **25**, 23—27.
MOHR, E. (1938): Die freilebenden Nagetiere Deutschlands. Jena: Gustav Fischer.
PIECHOCKI, R. (1958): Die Zwergmaus. Neue Brehm-Bücherei. Wittenberg Lutherstadt: A. Ziemsen.
SIMPSON, G. G. (1945): The Principles of Classification and a Classification of Mammals. Bull. Am. Museum Nat. Hist., New York, **85**, I—XVI, 1—350.
SOKOLOV, I. I.; GROMOW, I.; GUREEW, A. A.; NOBUKOV, G. A.; STRELKOW, P. P.; TSCHANSKII, K. K. (1963): Die Säugetierfauna der UdSSR. Akad. d. Wiss. der UdSSR, Zool. Institut, Moskau-Leningrad (1963), russ.

Anschriften der Verfasser: Prof. Dr. E. v. LEHMANN, Zoologisches Forschungsinstitut und Museum Alexander Koenig, 53 Bonn, Adenauerallee 150—164; Prof. Dr. H.-E. SCHAEFER, Pathologisches Institut der Universität zu Köln, Abteilung für Feinstrukturelle Pathologie, 5 Köln 41, Josef-Stelzmann-Straße 9

The effects of climate and vegetation on the distribution of small rodents in Western Nigeria

By D. C. D. HAPPOLD

Department of Zoology, University of Ibadan

Receipt of Ms. 5. 8. 1974

I. Introduction

This study is a result of extensive trapping in Western Nigeria from 1967 to 1972 in many types of natural vegetation. The objects of this work were 1. to determine whether there is any ecological separation of forest and savanna species, 2. to estimate the densities of small mammals in the different vegetation zones, and 3. to determine the preferred habitat of the different species of small mammals.

General information on the taxonomy and distribution of the 15 species was also collected. The trapping programme was restricted to habitats which were not unduly disturbed by human activities (although most of the area has been modified to a greater or lesser extent by tree felling, farming and burning). Because these natural habitats are being destroyed rapidly, it seemed prudent to study the rodents in these habitats before too many irreversible changes occur; similarly the results of this study were a basis for comparison with regions which have been altered by man's activities.

II. The study area

"Western Nigeria" is the area bounded by the river Niger on the east and north, the Dahomey border on the west, and the Gulf of Guinea coastline on the south (4° 25'N to 11° 75'N, and 2° 75'E to 6° 75'E) (Fig. 1). This area extends for a

Z. Säugetierkunde 40 (1975) 221—242

ISSN 0044—3468/ASTM-Coden ZSAEA 7